

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 5 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 0 7 3 2 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 0 7 3 2 1]

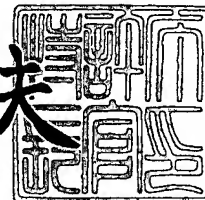
出 願 人
Applicant(s): 富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 2 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 . 1 0 5 2 5 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 P28076JK
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06T 3/40
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式
 会社内
 【氏名】 亀山 祐和
【特許出願人】
 【識別番号】 000005201
 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100073184
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柳田 征史
【選任した代理人】
 【識別番号】 100090468
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 佐久間 剛
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 4552
 【出願日】 平成15年 1月10日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008969
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9814441

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

動画像から連続する 2 つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該 2 つのフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得するよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較する比較手段と、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項 2】

前記合成フレームの作成に用いる前記対応関係は、前記矩形領域毎に推定されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の動画像合成装置。

【請求項 3】

前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段および前記合成手段は、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行う手段であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の動画像合成装置。

【請求項 4】

動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の 1 のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の 1 のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の 1 のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他の 1 のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得するよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制

御手段と、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較する比較手段と、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他の 1 のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさを比較および前記中間合成フレームの取得を行い、全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とする動画像合成装置。

【請求項 5】

前記中間合成フレームの作成に用いる前記対応関係は、前記矩形領域毎に推定されたものであることを特徴とする請求項 4 記載の動画像合成装置。

【請求項 6】

前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段および前記合成手段は、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさを比較、前記中間合成フレームの取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも 1 つの成分を用いて行う手段であることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の動画像合成装置。

【請求項 7】

動画像から連続する 2 つのフレームをサンプリングし、

該 2 つのフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得し、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較し、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項 8】

動画像から連続する 3 以上のフレームをサンプリングし、

該 3 以上のフレームのうち、基準となる 1 の基準フレーム上に 1 または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の 1 のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の 1 のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の 1 のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他の 1 のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得し、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較し、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記中間合成フレームの取得を行い、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とする動画像合成方法。

【請求項9】

動画像から連続する2つのフレームをサンプリングする手順と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する手順と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得する手順と、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較する手順と、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項10】

動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングする手順と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する手順と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する手順と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する手順と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算



出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得する手順と、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較する手順と、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他の 1 のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得する手順と、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記中間合成フレームの取得を行う手順と、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する手順とを有する動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】動画像合成装置および方法並びにプログラム

【技術分野】

【0001】

本発明は、動画像をサンプリングすることにより得られた連続する複数のフレームを合成して、サンプリングしたフレームよりも高解像度の1の合成フレームを作成する動画像合成装置および方法並びに動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年のデジタルビデオカメラの普及により、動画像を1フレーム単位で扱うことが可能となっている。このような動画像のフレームをプリント出力する際には、画質を向上させるためにフレームを高解像度にする必要がある。このため、動画像からサンプリングした複数のフレームから、これらのフレームよりも高解像度の1の合成フレームを作成する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この方法は、複数のフレーム間の動ベクトルを求め、この動ベクトルに基づいて、複数のフレームから合成フレームを合成する際に、画素間に内挿する信号値を算出する方法である。とくに特許文献1に記載された方法では、各フレームを複数のブロックに分割し、フレーム間で対応するブロックの直交座標係数を算出し、この直交座標係数における高周波の情報を他のブロックにおける低周波の情報と合成して内挿される画素値を算出しているため、必要な情報が低減されることなく、高画質の合成フレームを得ることができる。また、この方法においては、画素間距離よりもさらに細かい分解能にて動ベクトルを算出しているため、フレーム間の動きを正確に補償してより高画質の合成フレームを得ることができる。

【0003】

また、複数のフレームのうち1のフレームを基準フレームとし、基準フレームに複数の矩形領域からなる基準パッチを、基準フレーム以外の他のフレームに基準パッチと同様のパッチを配置し、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するようにパッチを他のフレーム上において移動および／または変形し、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレーム上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係を推定して複数フレームをより精度よく合成する方法も提案されている（例えば、非特許文献1参照）。

【0004】

非特許文献1の方法においては、基準フレームと他のフレームとの対応関係を推定し、推定後、他のフレームと基準フレームとを、最終的に必要な解像度を有する統合画像上に割り当てることにより、高精細な合成フレームを得ることができる。

【特許文献1】特開2000-354244号公報

【非特許文献1】中沢祐二、小松隆、斉藤隆弘、「フレーム間統合による高精細デジタル画像の獲得」、テレビジョン学会誌、1995年、Vol. 49, No. 3, p 299-308

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、非特許文献1に記載された方法においては、他のフレームに含まれる被写体の動きが非常に大きい場合や、局所的に含まれる被写体が複雑な動きをしていたり非常に高速で動いている場合には、被写体の動きにパッチの移動および／または変形が追従できない場合がある。このように、パッチの移動および／または変形が被写体の移動および／または変形に追従できないと、合成フレームの全体がぼけたり、フレームに含まれる動きの大きい被写体がぼけたりするため、高画質の合成フレームを得ることができないという問題がある。この場合、パッチをより多くの矩形領域に分割することにより、被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形を追従させることができる

。しかしながら、分割数をあまりに多くすると矩形領域が小さくなりすぎて、却って被写体の移動および／または変形にパッチの移動および／または変形を追従させることが困難となってしまう。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、最適なパッチの分割数にて高画質の合成フレームを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明による第1の動画像合成装置は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得するよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較する比較手段と、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0008】

「分割数を段階的に変更する」とは、少ない分割数から予め定められた分割数まで段階的に分割数を徐々に大きくすること、および大きい分割数から予め定められた分割数まで段階的に分割数を徐々に小さくすることの双方を含む。

【0009】

「相関値」は、座標変換済みフレームと基準フレームの基準パッチ内の画像とのパッチの矩形領域単位またはフレーム単位で算出すればよい。

【0010】

「相関の大きさを比較する」とは、相関値がフレーム単位で算出された場合にはフレーム間での相関の大きさを比較することを意味し、相関値が矩形領域単位で算出された場合には各矩形領域間での相関の大きさを比較することを意味する。なお、比較はある分割数において算出された相関値と他の分割数において算出された相関値とで行われる。ここで、分割数が大きいほど矩形領域のサイズは小さくなるため、ある分割数において算出された相関値と他の分割数において算出された相関値との比較は、サイズが大きい方の矩形領域の相関値と、その矩形領域に対応するサイズが小さい方の複数の矩形領域の相関値の平均値および中間値等とにより行われる。

【0011】

なお、本発明による第1の動画像合成装置においては、前記合成フレームの作成に用いる前記対応関係は、前記矩形領域毎に推定されたものであってもよい。

【0012】

また、本発明による第1の動画像合成装置においては、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段および前記合成手段を、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行う手段としてもよい。

【0013】

「フレームを構成する少なくとも1つの成分」とは、例えばフレームがRGBの3つの色データからなる場合においてはRGB各色成分のうちの少なくとも1つの成分であり、YCC輝度色差成分からなる場合には、輝度および色差の各成分のうちの少なくとも1つの成分、好ましくは輝度成分である。

【0014】

本発明による第2の動画像合成装置は、動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定する対応関係推定手段と、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段と、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出する相関値算出手段と、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得するよう、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段および前記相関値算出手段を制御する制御手段と、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較する比較手段と、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記中間合成フレームの取得を行い、全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成する合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0015】

なお、本発明による第2の動画像合成装置においては、前記中間合成フレームの作成に用いる前記対応関係は、前記矩形領域毎に推定されたものであってもよい。

【0016】

また、本発明による第2の動画像合成装置においては、前記対応関係推定手段、前記座標変換手段、前記相関値算出手段、前記制御手段および前記合成手段を、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較、前記中間合成フレームの取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行う手段としてもよい。

【0017】

本発明による第1の動画像合成方法は、動画像から連続する2つのフレームをサンプリ



ングし、

該2つのフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得し、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較し、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【0018】

なお、本発明による第1の動画像合成方法においては、前記合成フレームの作成に用いる前記対応関係は、前記矩形領域毎に推定されたものであってもよい。

【0019】

また、本発明による第1の動画像合成方法においては、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行ってもよい。

【0020】

本発明による第2の動画像合成方法は、動画像から連続する3以上のフレームをサンプリングし、

該3以上のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを該基準フレーム以外の他の1のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と一致するように、該パッチを前記他の1のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他の1のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を推定し、

前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像を前記基準フレームの座標空間に座標変換して座標変換済みフレームを取得し、

該座標変換済みフレームと前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像との相関を表す相関値を算出し、

前記基準パッチおよび前記パッチ内の前記矩形領域の分割数を段階的に変更して、各段階において前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得および前記相関値の算出を行って、前記基準パッチおよび前記パッチの分割数に応じた複数の相関値を取得し、

前記複数の相関値に基づいて前記分割数毎に前記相関の大きさを比較し、

前記相関が最大となる分割数において推定された前記対応関係に基づいて、前記他の1のフレームの前記パッチ内の画像および前記基準フレームの前記基準パッチ内の画像に対して補間演算を施して、前記各フレームよりも解像度が高い中間合成フレームを取得し、

全ての前記他のフレームについて、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較および前記

中間合成フレームの取得を行い、

全ての前記他のフレームについて取得された複数の前記中間合成フレームを合成することにより合成フレームを作成することを特徴とするものである。

【0021】

なお、本発明による第2の動画像合成方法においては、前記中間合成フレームの作成に用いる前記対応関係は、前記矩形領域毎に推定されたものであってもよい。

【0022】

また、本発明による第2の動画像合成方法においては、前記対応関係の推定、前記座標変換済みフレームの取得、前記相関値の算出、前記複数の相関値の取得、前記相関の大きさの比較、前記中間合成フレームの取得および前記合成フレームの作成を、前記フレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行ってもよい。

【0023】

なお、本発明による第1および第2の動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして提供してもよい。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、動画像がサンプリングされて連続する複数のフレームが取得され、複数のフレームのうち、基準となる1の基準フレーム上に1または複数の矩形領域を有する基準パッチが配置される。また、基準フレーム以外の他のフレーム上に、基準パッチと同様のパッチが配置される。そして、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するように移動および／または変形され、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレームの上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係が推定される。

【0025】

さらに、対応関係に基づいて他のフレームのパッチ内の画像が基準フレームの座標空間に座標変換されて座標変換済みフレームが取得され、座標変換済みフレームと基準フレームの基準パッチ内の画像との相関を表す相関値が算出される。

【0026】

そして、基準パッチおよびパッチ内の矩形領域の分割数が段階的に変更され、各段階において対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得および相関値の算出が行われて、分割数に応じた複数の相関値が取得される。

【0027】

さらに、複数の相関値に基づいて分割数毎に相関の大きさが比較され、相関が最大となる分割数において推定された対応関係に基づいて、他のフレームのパッチ内の画像および基準フレームのパッチ内の画像に対して補間演算が施されて、各フレームよりも解像度が高い合成フレームが作成される。

【0028】

なお、フレームが3以上サンプリングされた場合には、基準フレーム以外の全ての他のフレームについて、対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出、複数の相関値の取得および相関の大きさの比較が行われ、基準フレームと他のフレームのそれぞれとから複数の中間合成フレームが取得され、さらに複数の中間合成フレームから合成フレームが作成される。

【0029】

このため、フレーム内における動いている被写体の移動および／または変形に追従可能な最適な分割数により合成フレームを作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、高画質の合成フレームを得ることができる。

【0030】

また、合成フレームまたは中間合成フレームの作成に用いる対応関係を矩形領域毎に推定することにより、基準パッチおよびパッチ内における分割された矩形領域毎に、合成フレームまたは中間合成フレームが作成されることとなる。このため、フレーム内の各部分

に含まれる被写体の動きに追従した最適な分割数により合成フレームを作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、より高画質の合成フレームを得ることができる。

【0031】

また、対応関係の推定、座標変換済みフレームの取得、相関値の算出、複数の相関値の取得、相関の大きさの比較、中間合成フレームの取得（3以上のフレームがサンプリングされた場合）および合成フレームの作成をフレームを構成する少なくとも1つの成分を用いて行うことにより、各成分毎に画質の劣化を低減した合成フレームを得ることができ、これにより、各成分毎の合成フレームからなる高画質の合成フレームを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の第1の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図である。図1に示すように、本実施形態による動画像合成装置は、入力された動画像データM0から複数のフレームをサンプリングするサンプリング手段1と、複数のフレームのうち、基準となる1の基準フレームの画素および基準フレーム以外の他のフレームの画素の対応関係を推定する対応関係推定手段2と、対応関係推定手段2において推定された対応関係に基づいて、他のフレームをそれぞれ基準フレームの座標空間上に座標変換して、後述するように対応関係を推定するパッチの分割数に応じた複数の座標変換済みのフレーム（以下座標変換フレームとする）FrT0, FrT1を取得する座標変換手段3と、座標変換フレームFrT0, FrT1と基準フレームとの相関を表す相関値を後述するように対応関係を推定するパッチの分割数に応じて複数算出する相関値算出手段4と、複数の相関値に基づいて分割数毎に相関の大きさを比較する比較手段5と、相関が最大となる分割数において対応関係推定手段2により推定された対応関係に基づいて、基準フレームおよび他のフレームに対して補間演算を施して各フレームよりも解像度が高い合成フレームFrGを作成する合成手段6とを備える。なお、本実施形態において合成フレームFrGはサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍の画素を有するものとする。なお、以降では、合成フレームFrGはサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍の画素を有するものとして説明するが、n倍（n：正数）の画素数を有するものであってもよい。

【0033】

サンプリング手段1は、動画像データM0から複数のフレームをサンプリングするが、本実施形態においては動画像データM0から2つのフレームFrNおよびフレームFrN+1をサンプリングするものとする。なお、フレームFrNを基準フレームとする。ここで、動画像データM0はカラーの動画像を表すものであり、フレームFrN, FrN+1はY, Cb, Crの輝度色差成分からなるものとする。なお、以降の説明において、Y, Cb, Crの各成分に対して処理が行われるが、行われる処理は全ての成分について同様であるため、本実施形態においては輝度成分Yの処理について詳細に説明し、色差成分Cb, Crに対する処理については説明を省略する。

【0034】

対応関係推定手段2は、以下のようにしてフレームFrN+1と基準フレームFrNとの対応関係を推定する。図2はフレームFrN+1と基準フレームFrNとの対応関係の推定を説明するための図である。なお、図2において、基準フレームFrNに含まれる円形の被写体が、フレームFrN+1においては図面上右側に若干移動しているものとする。

【0035】

まず、対応関係推定手段2は、まず、基準フレームFrN上に1または複数の矩形領域からなる基準パッチP0を配置する。図2(a)は、基準フレームFrN上に基準パッチP0が配置された状態を示す図である。図2(a)に示すように、本実施形態においては、基準パッチP0は2×2の矩形領域からなるものとする。次いで、図2(b)に示すよ

うに、フレーム $F_r N+1$ の適当な位置に基準パッチ P_0 と同様のパッチ P_1 を配置し、基準パッチ P_0 内の画像とパッチ P_1 内の画像との相関を表す相関値を算出する。なお、相関値は下記の式 (1) により平均二乗誤差として算出することができる。また、座標軸は紙面左右方向に x 軸、紙面上下方向に y 軸をとるものとする。

【数 1】

$$E = \frac{1}{N} \sum_i^N (p_i - q_i)^2 \quad (1)$$

【0036】

但し、 E ：相関値

p_i, q_i ：基準パッチ P_0 、 P_1 内にそれぞれ対応する画素の画素値

N ：基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 内の画素数

【0037】

次いで、フレーム $F_r N+1$ 上のパッチ P_1 を上下左右の 4 方向に一定画素 $\pm \Delta x$ 、 $\pm \Delta y$ 移動し、このときのパッチ P_1 内の画像と基準フレーム $F_r N$ 上の基準パッチ P_0 内の画像との相関値を算出する。ここで、相関値は上下左右方向のそれぞれについて算出され、各相関値をそれぞれ $E(\Delta x, 0)$ 、 $E(-\Delta x, 0)$ 、 $E(0, \Delta y)$ 、 $E(0, -\Delta y)$ とする。

【0038】

そして、移動後の 4 つの相関値 $E(\Delta x, 0)$ 、 $E(-\Delta x, 0)$ 、 $E(0, \Delta y)$ 、 $E(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく（すなわち相関が大きく）なる勾配方向を相関勾配として求め、この方向に予め設定した実数値倍だけ図 2 (c) に示すようにパッチ P_1 を移動する。具体的には、下記の式 (2) により係数 $C(\Delta x, 0)$ 、 $C(-\Delta x, 0)$ 、 $C(0, \Delta y)$ 、 $C(0, -\Delta y)$ を算出し、これらの係数 $C(\Delta x, 0)$ 、 $C(-\Delta x, 0)$ 、 $C(0, \Delta y)$ 、 $C(0, -\Delta y)$ から下記の式 (3)、(4) により相関勾配 g_x 、 g_y を算出する。

【数 2】

$$c(\Delta x, \Delta y) = \sqrt{E(\Delta x, \Delta y)} / 255 \quad (2)$$

$$g_x = \frac{c(\Delta x, 0) - c(-\Delta x, 0)}{2} \quad (3)$$

$$g_y = \frac{c(0, \Delta y) - c(0, -\Delta y)}{2} \quad (4)$$

【0039】

そして、算出された相関勾配 g_x 、 g_y に基づいてパッチ P_1 の全体を $(-\lambda_1 g_x, -\lambda_1 g_y)$ 移動し、さらに上記と同様の処理を繰り返すことにより、図 2 (d) に示すようにパッチ P_1 がある位置に収束するまで反復的にパッチ P_1 を移動する。ここで、 λ_1 は収束の速さを決定するパラメータであり、実数値をとるものとする。なお、 λ_1 をあまり大きな値とすると反復処理により解が発散してしまうため、適当な値（例えば 10）を選ぶ必要がある。

【0040】

さらに、パッチ P_1 の格子点を座標軸に沿った 4 方向に一定画素移動させる。このとき、移動した格子点を含む矩形領域は例えば図 3 に示すように変形する。そして、変形した矩形領域について基準パッチ P_0 の対応する矩形領域との相関値を算出する。この相関値をそれぞれ $E_1(\Delta x, 0)$ 、 $E_1(-\Delta x, 0)$ 、 $E_1(0, \Delta y)$ 、 $E_1(0, -\Delta$

y) とする。

【0041】

そして、上記と同様に、変形後の4つの相関値 $E1(\Delta x, 0)$, $E1(-\Delta x, 0)$, $E1(0, \Delta y)$, $E1(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく（すなわち相関が大きく）なる勾配方向を求め、この方向に予め設定した実数値倍だけパッチP1の格子点を移動する。これをパッチP1の全ての格子点について行い、これを1回の処理とする。そして格子点の座標が収束するまでこの処理を繰り返す。

【0042】

これにより、パッチP1の基準パッチP0に対する移動量および変形量が求まり、これに基づいて基準パッチP0内の画素とパッチP1内の画素との対応関係を推定することができる。

【0043】

続いて、対応関係推定手段2は、図4(a)に示すように分割数をさらに大きくした（ここでは 4×4 ）基準パッチP01およびパッチP11を基準フレームFrNおよびフレームFrN+1の適当な位置に配置し、上記と同様にパッチP11の基準パッチP01に対する移動量および変形量を求め、基準パッチP01内の画素とパッチP11内の画素との対応関係を推定する。

【0044】

なお、図4(b)に示すようにさらに分割数を多くした（ここでは 8×8 ）基準パッチP02およびパッチP12を用いてもよいが、本実施形態においては、 2×2 および 4×4 の2段階の分割数にて対応関係を推定するものとする。ここで、本実施形態においては、分割数が 2×2 の基準パッチP0およびパッチP1により推定された対応関係を第1の対応関係、分割数が 4×4 の基準パッチP01およびパッチP11により推定された対応関係を第2の対応関係と称する。

【0045】

座標変換手段3は、推定された第1および第2の対応関係に基づいて、以下のようにして分割数毎にフレームFrN+1を基準フレームFrNの座標空間に座標変換して座標変換フレームFrT0, FrT1を取得する。まず、第1の対応関係に基づく座標変換フレームFrT0の取得について説明する。なお、以降の説明においては、基準フレームFrNの基準パッチP0, P01内の領域およびフレームFrN+1のパッチP1, P11内の領域についてのみ変換および合成が行われる。

【0046】

本実施形態においては、座標変換は双1次変換を用いて行うものとする。双1次変換による座標変換は、下記の式(5), (6)により定義される。

【数3】

$$x = (1-u)(1-v)x_1 + (1-v)ux_2 + (1-u)vx_3 + uvx_4 \quad (5)$$

$$y = (1-u)(1-v)y_1 + (1-v)uy_2 + (1-u)vy_3 + uvy_4 \quad (6)$$

【0047】

式(5), (6)は、2次元座標上の4点 (x_n, y_n) ($1 \leq n \leq 4$) で与えられたパッチP1内の座標を、正規化座標系 (u, v) ($0 \leq u, v \leq 1$) によって補間するものであり、任意の2つの矩形内の座標変換は、式(5), (6)および式(5), (6)の逆変換を組み合わせることにより行うことができる。

【0048】

ここで、図5に示すように、パッチP1 (x_n, y_n) 内の点 (x, y) が対応する基準パッチP0 (x'_n, y'_n) 内のどの位置に対応するかを考える。まずパッチP1 (x_n, y_n) 内の点 (x, y) について、正規化座標 (u, v) を求める。これは式(5), (6)の逆変換により求める。そしてこのときの (u, v) と対応する基準パッチP0 (x'_n, y'_n) を元に、式(5), (6)から点 (x, y) に対応する座標 (x', y')

, y') を求める。ここで、点 (x, y) が本来画素値が存在する整数座標であるのに対し、点 (x', y') は本来画素値が存在しない実数座標となる場合があるため、変換後の整数座標における画素値は、基準パッチ P_0 の整数座標に隣接する 8 近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に変換された座標 (x', y') の画素値の荷重和として求めるものとする。

【0049】

具体的には、図 6 に示すように基準パッチ P_0 上における整数座標 $b(x, y)$ について、その 8 近傍の整数座標 $b(x-1, y-1)$, $b(x, y-1)$, $b(x+1, y-1)$, $b(x-1, y)$, $b(x+1, y)$, $b(x-1, y+1)$, $b(x, y+1)$, $b(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に変換されたフレーム F_{rN+1} の画素値に基づいて算出する。ここで、フレーム F_{rN+1} の m 個の画素値が 8 近傍の画素に囲まれる領域内に変換され、変換された各画素の画素値を $It_j(x^\circ, y^\circ)$ ($1 \leq j \leq m$) とすると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $It(x^\wedge, y^\wedge)$ は、下記の式 (7) により算出することができる。なお、式 (7) において ϕ は荷重和演算を表す関数である。

【数 4】

$$\begin{aligned}
 It(x^\wedge, y^\wedge) &= \phi(It_j(x^\circ, y^\circ)) \\
 &= \{(W_1 \times It_1(x^\circ, y^\circ) + W_2 \times It_2(x^\circ, y^\circ) + \dots + W_m \times It_m(x^\circ, y^\circ))\} / (W_1 + W_2 + \dots + W_m) \\
 &= \frac{\sum_{j=1}^m W_j \times It_j(x^\circ, y^\circ)}{\sum_{j=1}^m W_j} \quad (7)
 \end{aligned}$$

【0050】

但し、 W_j ($1 \leq j \leq m$) : 画素値 $It_j(x^\circ, y^\circ)$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

【0051】

ここで、簡単のため、図 6 を用いて 8 近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム F_{rN+1} の 2 つの画素値 It_1 , It_2 が変換された場合について考えると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $It(x^\wedge, y^\wedge)$ は下記の式 (8) により算出することができる。

【数 5】

$$It(x^\wedge, y^\wedge) = \frac{1}{W_1 + W_2} = (W_1 \times It_1 + W_2 \times It_2) \quad (8)$$

【0052】

但し、 $W_1 = u \times v$ 、 $W_2 = (1-s) \times (1-t)$

【0053】

以上の処理をパッチ P_1 内の全ての画素について行うことにより、パッチ P_1 内の画像が基準フレーム F_{rN} の座標空間に変換されて、座標変換フレーム F_{rT0} が取得される。

【0054】

また、同様に第 2 の対応関係に基づいて、パッチ P_{11} 内の画像を基準フレーム F_{rN} の座標空間に変換して座標変換フレーム F_{rT1} が取得される。

【0055】

相関値算出手段 4 は、座標変換フレーム F_{rT0} と基準フレーム F_{rN} との相関値 d_0

および座標変換フレーム $FrT1$ と基準フレーム FrN との相関値 $d1$ を算出する。具体的には下記の式 (9) に示すように、座標変換フレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値 $FrT0(x, y)$, $FrN(x, y)$ との差の絶対値の基準パッチ $P0$ 内の全画素についての加算値を基準パッチ $P0$ 内の画素数 m で除した値、すなわち差の絶対値の基準パッチ $P0$ 内の全画素についての平均値を相関値 $d0$ として算出する。また、下記の式 (10) に示すように、座標変換フレーム $FrT1$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値 $FrT1(x, y)$, $FrN(x, y)$ との差の絶対値の基準パッチ $P0$ 内の全画素についての平均値を相関値 $d1$ として算出する。なお、相関値 $d0$, $d1$ は座標変換フレーム $FrT0$, $FrT1$ と基準フレーム FrN との相関が大きいほど小さい値となる。

【数 6】

$$d0 = \sum_{m} |FrT0(x, y) - FrN(x, y)| / m \quad (9)$$

$$d1 = \sum_{m} |FrT1(x, y) - FrN(x, y)| / m \quad (10)$$

【0056】

なお、本実施形態では座標変換フレーム $FrT0$, $FrT1$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値の差の絶対値から相関値 $d0$, $d1$ を算出しているが、差の二乗から相関値を算出してもよい。また、座標変換フレーム $FrT0$, $FrT1$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値の差の絶対値の加算値を相関値としてもよい。また、座標変換フレーム $FrT0$, $FrT1$ および基準フレーム FrN のヒストグラムをそれぞれ算出し、座標変換フレーム $FrT0$, $FrT1$ および基準フレーム FrN のヒストグラムの平均値、メディアン値または標準偏差の差分値、もしくはヒストグラムの差分値の累積和を相関値として用いてもよい。また、基準フレーム FrN に対する座標変換フレーム $FrT0$, $FrT1$ の動きを表す動きベクトルを基準フレーム FrN の各画素または小領域毎に算出し、算出された動ベクトルの平均値、メディアン値または標準偏差を相関値として用いてもよく、動ベクトルのヒストグラムの累積和を相関値として用いてもよい。

【0057】

比較手段 5 は相関値 $d0$ と相関値 $d1$ とを比較し、相関値が小さいすなわち相関が大きい方の相関値を選択する。なお、本実施形態においては、 4×4 に分割された基準パッチ $P01$ およびパッチ $P11$ に基づいて算出された相関値 $d1$ が選択されたものとする。

【0058】

合成手段 6 は、比較手段 5 において選択された相関値 $d1$ を得た分割数により推定された第 2 の対応関係に基づいて、基準フレーム FrN およびフレーム $FrN+1$ に対して補間演算を施して合成フレーム FrG を作成する。具体的には、まず図 7 に示すように、最終的に必要な画素数を有する統合画像（本実施形態においては、フレーム FrN , $FrN+1$ の縦横それぞれ 2 倍の画素数を有する場合について説明するが、 n 倍 (n : 正数) の画素数を有するものであってもよい) を用意し、対応関係推定手段 2 において求められた第 2 の対応関係に基づいて、フレーム $FrN+1$ (パッチ $P11$ 内の領域) の画素の画素値を統合画像上に割り当てる。この割り当てを行う関数を Π とすると、下記の式 (11) によりフレーム $FrN+1$ の各画素の画素値が統合画像上に割り当てられる。

【数 7】

$$I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ}) = \Pi(FrN+1(x, y)) \quad (11)$$

【0059】

但し、 $I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ})$: 統合画像上に割り当てられたフレーム $FrN+1$ の

画素値

$FrN+1(x, y)$: フレーム $FrN+1$ の画素値

【0060】

このように統合画像上にフレーム $FrN+1$ の画素値を割り当てることにより画素値 $I1N+1(x^\circ, y^\circ)$ を得、各画素について $I1(x^\circ, y^\circ)$ ($= I1N+1(x^\circ, y^\circ)$) の画素値を有する第1の補間フレームを取得する。

【0061】

ここで、画素値を統合画像上に割り当てる際に、統合画像の画素数とフレーム $FrN+1$ の画素数との関係によっては、フレーム $FrN+1$ 上の各画素が統合画像の整数座標（すなわち画素値が存在すべき座標）に対応しない場合がある。本実施形態においては、統合画像の整数座標における画素値は、統合画像の整数座標に隣接する8近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に割り当てられたフレーム $FrN+1$ 上の各画素の画素値の荷重和として求める。

【0062】

すなわち、図8に示すように統合画像における整数座標 $p(x, y)$ については、その8近傍の整数座標 $p(x-1, y-1)$, $p(x, y-1)$, $p(x+1, y-1)$, $p(x-1, y)$, $p(x+1, y)$, $p(x-1, y+1)$, $p(x, y+1)$, $p(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に割り当てられたフレーム $FrN+1$ の画素値に基づいて算出する。ここで、フレーム $FrN+1$ の k 個の画素値が8近傍の画素に囲まれる領域内に割り当てられ、割り当てられた各画素の画素値を $I1N+1i(x^\circ, y^\circ)$ ($1 \leq i \leq k$) とすると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I1N+1(x^\wedge, y^\wedge)$ は、下記の式(12)により算出することができる。なお、式(12)において Φ は荷重和演算を表す関数である。

【数8】

$$\begin{aligned}
 I1N+1(x^\wedge, y^\wedge) &= \Phi(I1N+1(x^\circ, y^\circ)) \\
 &= \{ (M1 \times I1N+11(x^\circ, y^\circ)) + M2 \times I1N+12(x^\circ, y^\circ) + \dots + Mk \times I1N+1k(x^\circ, y^\circ) \} / (M1 + M2 + \dots + Mk) \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^k Mi \times I1N+1i(x^\circ, y^\circ)}{\sum_{i=1}^k Mi} \quad (12)
 \end{aligned}$$

【0063】

但し、 Mi ($1 \leq i \leq k$) : 画素値 $I1N+1i(x^\circ, y^\circ)$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

【0064】

ここで、簡単のため、図8を用いて8近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム $FrN+1$ の2つの画素値 $I1N+11$, $I1N+12$ が割り当てられた場合について考えると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I1N+1(x^\wedge, y^\wedge)$ は下記の式(13)により算出することができる。

【数9】

$$I1N+1(x^\wedge, y^\wedge) = \frac{1}{M1+M2} = (M1 \times I1N+11 + M2 \times I1N+12) \quad (13)$$

【0065】

但し、 $M1 = u \times v$, $M2 = (1-s) \times (1-t)$

【0066】

そして、統合画像の全ての整数座標について、フレーム $FrN+1$ の画素値を割り当てることにより画素値 $I1N+1(x^\wedge, y^\wedge)$ を得ることができる。この場合、第1の補

間フレームの各画素値 $I_1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は $I_{1N+1}(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ となる。

【0067】

なお、基準フレーム $F_r N$ については、基準フレーム $F_r N$ の画素を統合画像の整数座標に補間して直接割り当てることにより取得される。この基準フレーム $F_r N$ を統合画像の整数座標に割り当てることにより得られた画素値を $I_2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とし、画素値 $I_2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有するフレームを第2の補間フレームとする。

【0068】

そして、第1および第2の補間フレームの対応する画素における画素値 $I_1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ および $I_2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を加算または重み付け加算することにより、画素値 $F_r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する合成フレーム $F_r G$ を作成する。なお、画素値 $I_1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ のみから画素値 $F_r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する合成フレーム $F_r G$ を作成してもよい。

【0069】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることのできない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値または基準フレームの画素値（割り当てられていない座標に対応する）に対して線形補間演算、スプライン補間演算等の種々の補間演算を施して、画素値が割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0070】

また、上記では輝度成分 Y についての合成フレーム $F_r G$ を求める処理について説明したが、色差成分 C_b 、 C_r についても同様に合成フレーム $F_r G$ が取得される。そして、輝度成分 Y から求められた合成フレーム $F_r G(Y)$ および色差成分 C_b 、 C_r から求められた合成フレーム $F_r G(C_b)$ 、 $F_r G(C_r)$ を合成することにより、最終的な合成フレームが得られることとなる。なお、処理の高速化のためには、輝度成分 Y についてのみ基準フレーム $F_r N$ とフレーム $F_r N+1$ との対応関係を推定し、色差成分 C_b 、 C_r については輝度成分 Y について推定された対応関係に基づいて処理を行うことが好ましい。

【0071】

次いで、本実施形態の動作について説明する。図9は本実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。まず、サンプリング手段1に動画像データ M_0 が入力され（ステップS1）、ここで、動画像データ M_0 から基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+1$ がサンプリングされる（ステップS2）。続いて、対応関係推定手段2により、基準フレーム $F_r N$ とフレーム $F_r N+1$ との対応関係がパッチの分割数に応じて複数推定される（ステップS3）。

【0072】

そして、推定された複数の対応関係のそれぞれに基づいて、座標変換手段3によりフレーム $F_r N+1$ が基準フレーム $F_r N$ の座標空間に変換されて複数の座標変換フレーム $F_r T_0$ 、 $F_r T_1$ が取得される（ステップS4）。そして、相関値算出手段4により座標変換フレーム $F_r T_0$ と基準フレーム $F_r N$ との相関値 d_0 および座標変換フレーム $F_r T_1$ と基準フレーム $F_r N$ との相関値 d_1 が算出される（ステップS5）。さらに、比較手段5により相関が大きい方の相関値が選択される（ステップS6）。

【0073】

そして、選択された相関値 d_1 を得た分割数（ここでは 4×4 ）により推定された対応関係（第2の対応関係）に基づいて、合成手段6により基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+1$ から合成フレーム $F_r G$ が作成され（ステップS7）、処理を終了する。

【0074】

このように、本実施形態においては、相関が大きい分割数により推定された対応関係に基づいて、フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+1$ から合成フレーム $F_r G$ を作成しているため、フレーム内における動いている被写体の移動および／または変形に追従可能な最適な分割数により合成フレーム $F_r G$ を作成することができ、これにより、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず、高画質の合成フレーム $F_r G$ を得ることができる。

【0075】

次いで、本発明の第2の実施形態について説明する。上記第1の実施形態においては、相関が大きい分割数により推定されたフレーム $F_r N$ 、 $F_r N+1$ のパッチ内の画像全体の対応関係に基づいて合成フレーム $F_r G$ を作成しているが、第2の実施形態においては、パッチを分割することにより得られる矩形領域毎に相関値を算出し、矩形領域毎の対応関係に基づいて合成フレーム $F_r G$ を作成するようにしたものである。

【0076】

図10は矩形領域毎の相関値の算出を説明するための図である。図10(a)に示すように分割数が 2×2 の基準パッチ P_0 およびパッチ P_1 の各矩形領域を矩形領域 $A_1 \sim A_4$ とする。一方、図10(b)に示すように分割数が 4×4 の基準パッチ P_{01} およびパッチ P_{11} の各矩形領域を矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$ 、 $A_{21} \sim A_{24}$ 、 $A_{31} \sim A_{34}$ 、 $A_{41} \sim A_{44}$ とする。なお、矩形領域 A_1 が矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$ に、矩形領域 A_2 が矩形領域 $A_{21} \sim A_{24}$ に、矩形領域 A_3 が矩形領域 $A_{31} \sim A_{34}$ に、矩形領域 A_4 が矩形領域 $A_{41} \sim A_{44}$ にそれぞれ対応する。

【0077】

そして、分割数が 2×2 の場合には、矩形領域 $A_1 \sim A_4$ 毎に基準フレーム $F_r N$ とフレーム $F_r N+1$ との相関値を算出する。矩形領域 $A_1 \sim A_4$ のそれぞれにおける相関値を d_{01} 、 d_{02} 、 d_{03} 、 d_{04} とする。

【0078】

一方、分割数が 4×4 の場合には、矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$ 、 $A_{21} \sim A_{24}$ 、 $A_{31} \sim A_{34}$ 、 $A_{41} \sim A_{44}$ 毎に相関値を算出し、さらに矩形領域 $A_{11} \sim A_{14}$ の相関値の平均値を相関値 d_{11} として、矩形領域 $A_{21} \sim A_{24}$ の相関値の平均値を相関値 d_{12} として、矩形領域 $A_{31} \sim A_{34}$ の相関値の平均値を相関値 d_{13} として、および矩形領域 $A_{41} \sim A_{44}$ の相関値の平均値を相関値 d_{14} として算出する。

【0079】

次いで、相対応する領域毎に相関値を比較する。すなわち、矩形領域 A_1 の相関値 d_{01} と矩形領域 $A_{11} \sim A_{41}$ の相関値 d_{11} とを、矩形領域 A_2 の相関値 d_{02} と矩形領域 $A_{21} \sim A_{24}$ の相関値 d_{12} とを、矩形領域 A_3 の相関値 d_{03} と矩形領域 $A_{31} \sim A_{34}$ の相関値 d_{13} とを、矩形領域 A_4 の相関値 d_{04} と矩形領域 $A_{41} \sim A_{44}$ の相関値 d_{14} とをそれぞれ比較する。そして、比較結果に応じて相関が大きい方の領域の分割数にて推定された対応関係により、矩形領域毎に基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+1$ から合成フレーム $F_r G$ を作成する。

【0080】

例えば、本実施形態においては相関値が小さい方が相関が大きいことから、相関値 $d_{01} < \text{相関値 } d_{11}$ の場合には、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+$ の矩形領域 A_1 に対応する領域については、 2×2 の分割数により推定された対応関係に基づいて補間演算を行う。また、相関値 $d_{02} < \text{相関値 } d_{12}$ の場合には、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+$ の矩形領域 A_2 に対応する領域については、 2×2 の分割数により推定された対応関係に基づいて補間演算を行う。

【0081】

一方、相関値 $d_{03} > \text{相関値 } d_{13}$ の場合には、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+$ の矩形領域 A_3 に対応する領域については、 4×4 の分割数により推定された対応関係に基づいて補間演算を行う。さらに、相関値 $d_{04} > \text{相関値 } d_{14}$ の場合には、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+$ の矩形領域 A_4 に対応する領域については、 4×4 の分割数により推定された対応関係に基づいて補間演算を行う。そして、補間演算により得られた画素からなる合成フレーム $F_r G$ を作成する。

【0082】

このように、合成フレーム $F_r G$ の作成に用いる対応関係を矩形領域毎に推定することにより、基準パッチおよびパッチ内における分割された矩形領域毎に、合成フレーム $F_r G$ が作成されることとなる。このため、フレーム内の各部分に含まれる被写体の動きに追従した最適な分割数により合成フレーム $F_r G$ を作成することができ、これにより、フレ

ームに含まれる被写体の動きに拘わらず、より高画質の合成フレーム $F_r G$ を得ることができる。

【0083】

なお、上記第1および第2の実施形態においては、基準フレーム $F_r N$ およびフレーム $F_r N+1$ の輝度色差成分 Y , C_b , C_r 毎に合成フレーム $F_r G$ を取得しているが、輝度成分 Y についてのみ合成フレーム $F_r G$ を取得し、色差成分 C_b , C_r については、基準フレーム $F_r N$ の色差成分 C_b , C_r を線形補間して色差成分の合成フレームを求めてもよい。

【0084】

また、フレーム $F_r N$, $F_r N+1$ が RGB の色データからなる場合には、 RGB 各色データ毎に処理を行って合成フレーム $F_r G$ を作成してもよい。

【0085】

また、上記第1および第2の実施形態においては、輝度色差成分 Y , C_b , C_r 毎に相関値 d_0 , d_1 を算出しているが、下記の式(14)に示すように、例えば相関値 d_0 について、輝度成分の相関値 $d_0 Y$ 、色差成分の相関値 $d_0 C_b$, $d_0 C_r$ を重み係数 a_1 , b_1 , c_1 により重み付け加算することにより、1の相関値 d_0' を算出してもよい。

【数10】

$$d_0' = a_1 \cdot d_0 Y + b_1 \cdot d_0 C_b + c_1 \cdot d_0 C_r \quad (14)$$

【0086】

また、下記の式(15)に示すように、座標変換フレーム $F_r T i$ の輝度成分 $F_r T i Y(x, y)$ および色差成分 $F_r T i C_b(x, y)$, $F_r T i C_r(x, y)$ と、基準フレーム $F_r N$ の $F_r N Y(x, y)$ および色差成分 $F_r N C_b(x, y)$, $F_r N C_r(x, y)$ との重み係数 a_2 , b_2 , c_2 を用いたユークリッド距離を基準パッチ P_0 内の各画素毎に算出し、これを各画素の相関値 $d_i''(x, y)$ とし、第1の実施形態においてはこの相関値 $d_i''(x, y)$ の基準パッチ P_0 内の全画素についての平均値を、第2の実施形態においてはこの相関値 $d_i''(x, y)$ の各矩形領域内の全画素についての平均値を、比較に用いる相関値としてもよい。

【数11】

$$d_0''(x, y) = \{a_2 (F_r T_0 Y(x, y) - F_r N Y(x, y))^2 + b_2 (F_r T_0 C_b(x, y) - F_r N C_b(x, y))^2 + c_2 (F_r T_0 C_r(x, y) - F_r N C_r(x, y))^2\}^{0.5} \quad (15)$$

【0087】

また、上記第1および第2の実施形態においては、2つのフレーム $F_r N$, $F_r N+1$ から合成フレーム $F_r G$ を作成しているが、3以上の複数のフレームから合成フレーム $F_r G$ を作成してもよい。例えば、 T 個のフレーム $F_r N+t'$ ($0 \leq t' \leq T-1$) から合成フレーム $F_r G$ を作成する場合、基準フレーム $F_r N (=F_r N+0)$ 以外の他のフレーム $F_r N+t$ ($1 \leq t \leq T-1$) のそれぞれについて、基準フレーム $F_r N$ との対応関係をパッチの分割数に応じて複数推定し、さらに複数の対応関係に応じて複数の座標変換フレームを取得し、複数の座標変換フレームと基準フレーム $F_r N$ との相関値を算出する。そして相関値に基づいていずれの分割数により推定された対応関係に基づいて合成フレームを作成するかを選択し、選択された分割数により推定された対応関係に基づいて、上記第1の実施形態と同様に合成フレームを作成する。この合成フレームを中間合成フレーム $F_r G t$ とする。なお、中間合成フレーム $F_r G t$ の統合画像の整数座標における画素値を $F_r G t(\hat{x}, \hat{y})$ とする。

【0088】

そして、全ての他のフレーム $F_r N+t$ について中間合成フレーム $F_r G t$ を取得し、

下記の式(16)により中間合成フレーム FrG_t を対応する画素同士で加算することにより、画素値 $FrG(\hat{x}, \hat{y})$ を有する合成フレーム FrG を作成する。

【数12】

$$FrG(\hat{x}, \hat{y}) = \sum_{t=1}^{T-1} FrG_t(\hat{x}, \hat{y}) \quad (16)$$

【0089】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値または基準フレームの画素値（割り当てられていない座標に対応する）に対して線形補間演算、スプライン補間演算等の種々の補間演算を施して、画素値が割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0090】

また、3以上の複数のフレームから合成フレーム FrG を作成する場合において、中間合成フレーム FrG_t を取得する際に、上記第2の実施形態と同様に、パッチを構成する矩形領域毎に相関値を算出し、矩形領域毎の対応関係に基づいて中間合成フレーム FrG_t を作成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】 本発明の第1の実施形態による動画像合成装置の構成を示す概略ブロック図

【図2】 フレーム $FrN+1$ と基準フレーム FrN との対応関係の推定を説明するための図

【図3】 パッチの変形を説明するための図

【図4】 分割数が異なるパッチを示す図

【図5】 パッチ P_1 と基準パッチ P_0 との対応関係を説明するための図

【図6】 双1次内挿を説明するための図

【図7】 フレーム $FrN+1$ の統合画像への割り当てを説明するための図

【図8】 統合画像における整数座標の画素値の算出を説明するための図

【図9】 本実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図10】 本発明の第2の実施形態において行われる処理を説明するための図

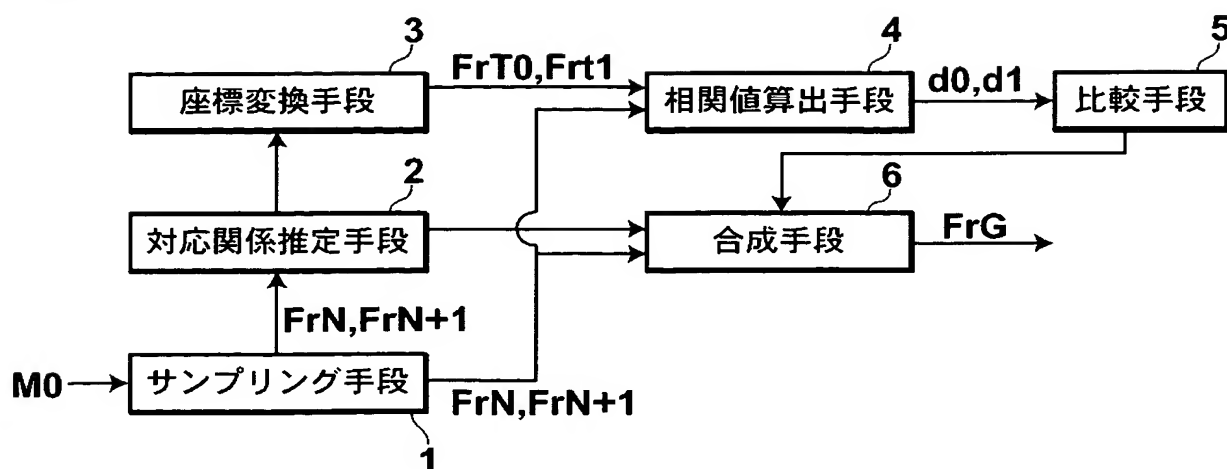
【符号の説明】

【0092】

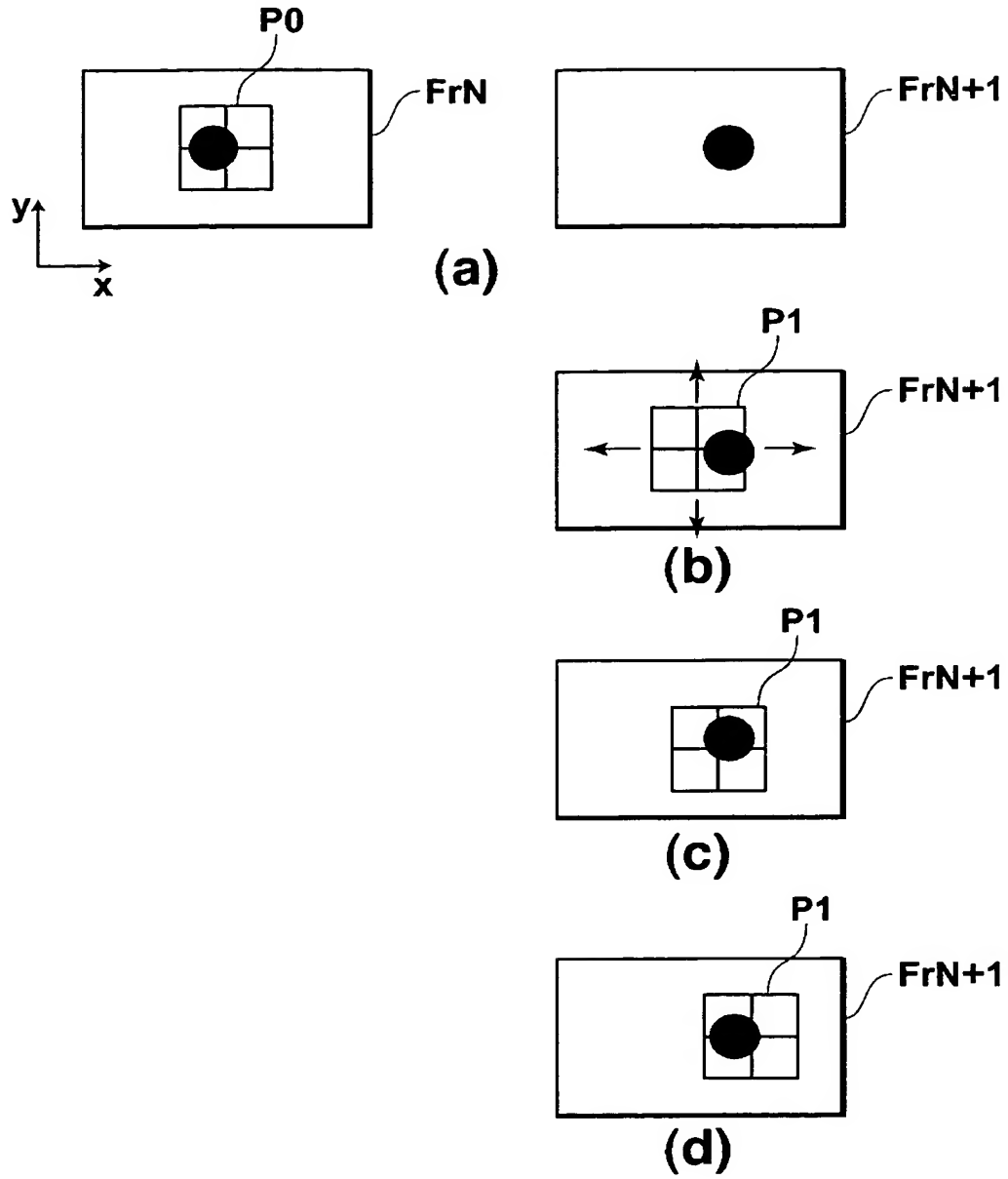
- 1 サンプリング手段
- 2 対応関係推定手段
- 3 座標変換手段
- 4 相関値算出手段
- 5 比較手段
- 6 合成手段

【書類名】 図面

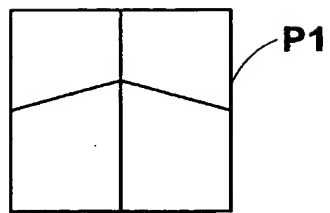
【図 1】



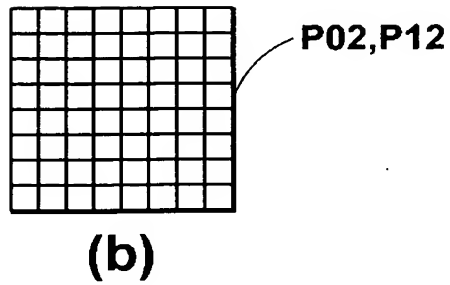
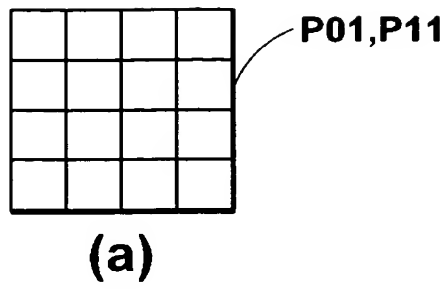
【図 2】



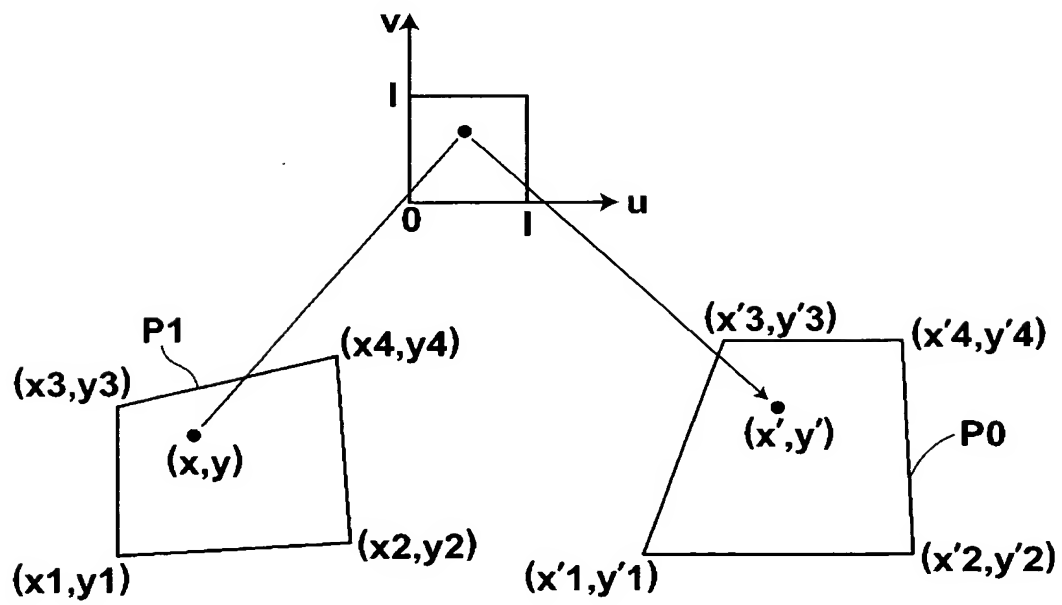
【図 3】



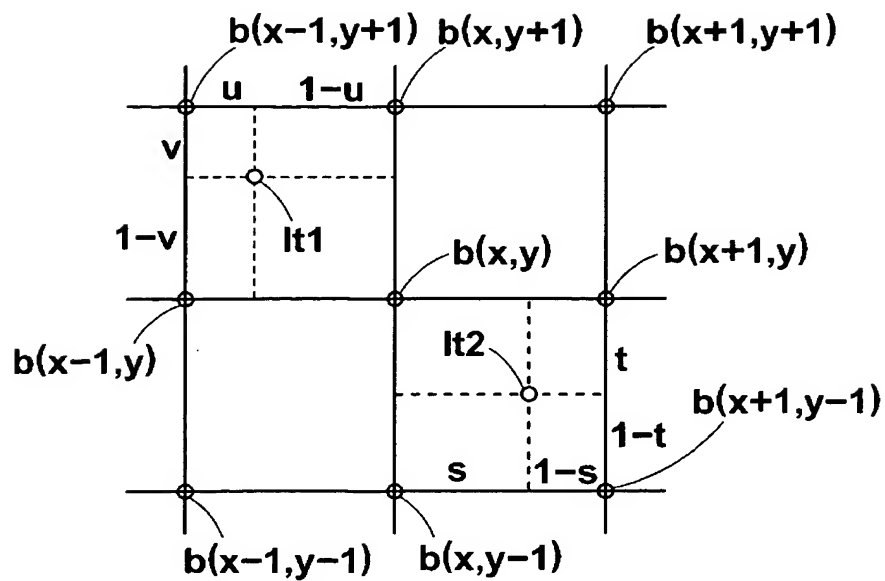
【図 4】



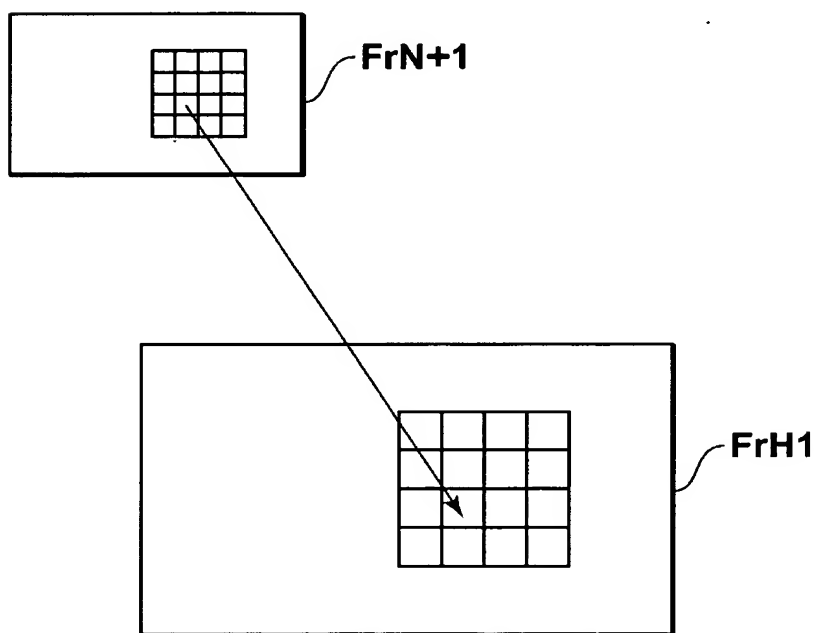
【図 5】



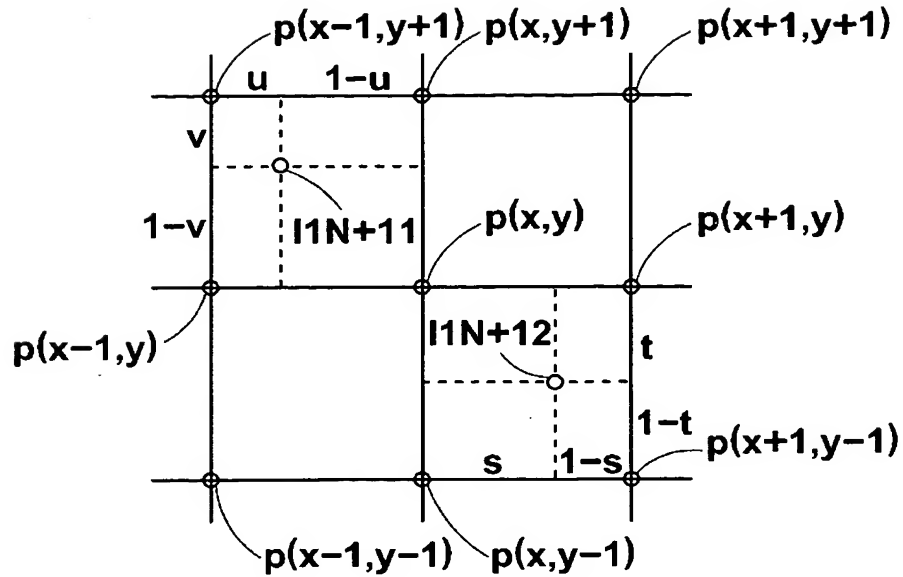
【図 6】



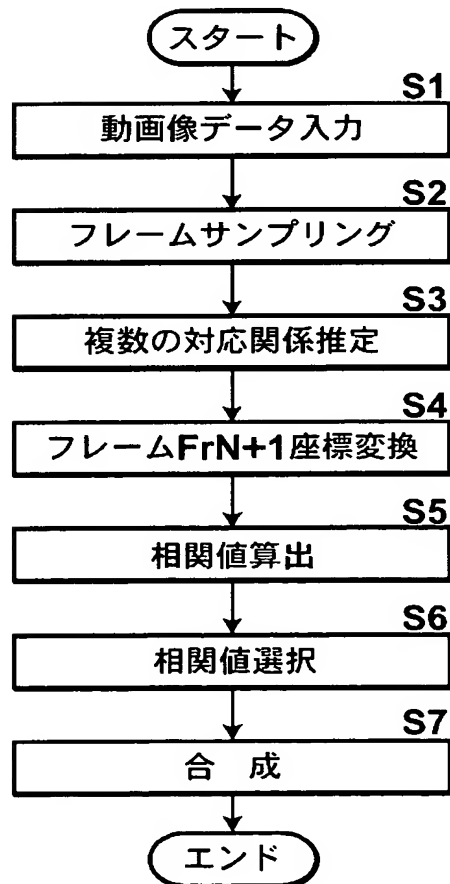
【図 7】



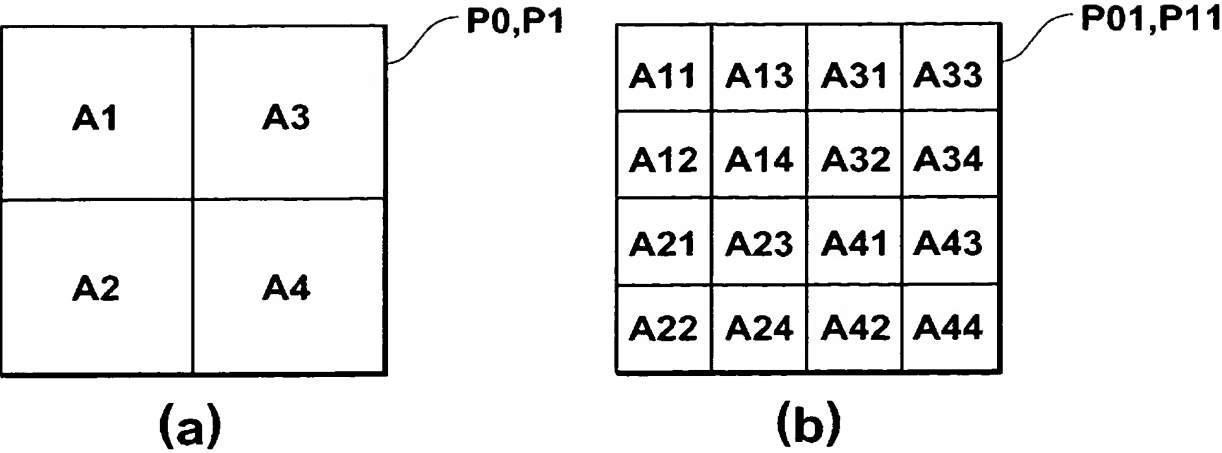
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動画像データからサンプリングされた複数のフレームから 1 の高解像度フレームを得るに際し、フレームに含まれる被写体の動きに拘わらず画質の劣化を抑えた高解像度フレームを得る。

【解決手段】 複数のフレーム $F_r N$, $F_r N + 1$ にパッチを配置し、パッチを移動および／または変形させて各フレームの対応関係を推定し、推定された対応関係に基づいてフレーム $F_r N + 1$ を座標変換し、これとフレーム $F_r N$ との相関値を算出する。パッチの分割数を変更して同様に相関値を算出する。相関が最大となる分割数により推定された対応関係に基づいて、フレーム $F_r N$, $F_r N + 1$ から合成フレーム $F_r G$ を作成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 0 7 3 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社